

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
19. Juli 2001 (19.07.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/51826 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F16F 9/53, 9/32

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/00230

(22) Internationales Anmeldedatum:  
10. Januar 2001 (10.01.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
100 01 420.8 15. Januar 2000 (15.01.2000) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): CARL SCHENCK AG [DE/DE]; Landwehrstrasse 55, 64293 Darmstadt (DE).

(71) Anmelder (nur für AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR): BAYERISCHE MOTORENWERKE AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Patentabteilung AJ-3, 80788 München (DE).

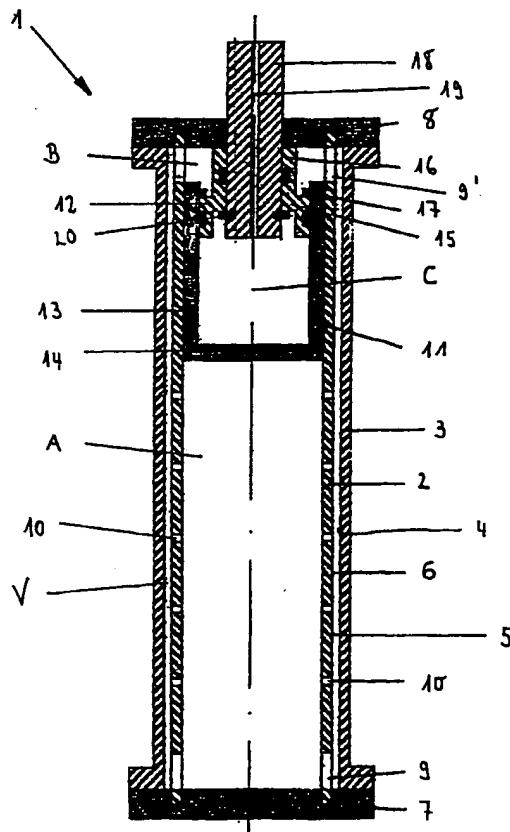
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ROSENFELDT, Horst [DE/DE]; Blumenstrasse 35, 64846 Groß-Zimmern (DE). WENDT, Eckhard [DE/DE]; Oberdorfstrasse 17, 73257 Köngen (DE). FAULSTROH, Hans-Joachim [DE/DE]; Eglingerstrasse 6, 86511 Schmiechen (DE). SCHRÖTER, Frank [DE/DE]; Amperwehrstrasse 60, 85368 Moosburg (DE). SCHERK, Horst [DE/DE]; Adam-Rückert-Strasse 41, 64372 Ober-Ramstadt (DE). ADAMS, Dorothea [DE/DE]; Schubertstrasse 18a, 64572 Büttelborn (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PASSIVE FORCE ELEMENT ON THE BASIS OF ELECTRORHEOLOGIC LIQUIDS

(54) Bezeichnung: PASSIVES KRAFTELEMENT AUF BASIS ELEKTRORHEOLOGISCHER FLÜSSIGKEITEN



(57) Abstract: The invention relates to a passive force element on the basis of electrorheologic liquids. A piston having a piston rod is guided in a cylinder housing. The piston rod is connected to a force introducing element. The piston forms two working chambers in the cylinder housing. The volume of said chambers can be changed. Said chamber are filled with electrorheologic liquids and are connected by means of a fluid connection that is provided with a valve arrangement for controlling the circulatory characteristics. Said arrangement is provided with an electrorheologic liquid valve. The aim of the invention is to configure the inventive force element in such a way that controlled damping characteristics can be adjusted and force peaks are avoided. The force is introduced by means of a force introducing element and the piston (11, 12, 13, 14) is coupled to the force introducing element by means of an elastic element.

(57) Zusammenfassung: Ein passives Kraftelement auf Basis elektrorheologischer Flüssigkeiten, bei dem ein in einem Zylindergehäuse geführter Kolben mit Kolbenstange angeordnet ist, wobei die Kolbenstange mit einem Krafteinleitungselement in Verbindung steht und wobei der Kolben in dem Zylindergehäuse zwei volumenveränderliche Arbeitskammern bildet, die mit elektrorheologischen Flüssigkeiten gefüllt sind, und die über eine Fluidverbindung in Verbindung stehen, und wobei die Fluidverbindung eine Ventilanordnung zur Steuerung der Durchflusscharakteristik aufweist, die ein elektrorheologisches Flüssigkeitsventil umfasst, soll derart ausgebildet werden, dass eine geregelte Dämpfungscharakteristik eingestellt werden kann und Kraftspitzen vermieden werden. Dies wird dadurch erreicht, dass die Krafteinleitung über ein Krafteinleitungselement erfolgt und der Kolben (11, 12, 13, 14) über ein elastisches Element an das Krafteinleitungselement angekoppelt wird.

WO 01/51826 A1

Best Available Copy



(74) Anwalt: BEHRENS, Helmut; Im Tiefen See 45a, 64293 Darmstadt (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, KP, KR, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

*Zur Erklärung der Zwei-Buchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

5 Passives Kraftelement auf Basis elektrorheologischer Flüssig-  
keiten

Passive Kraftelemente werden nicht nur bei Kraftfahrzeugen eingesetzt. Da jedes sich bewegende Objekt kinetische Energie 10 bei einer Richtungsänderung oder einem Stop erzeugt, muß diese möglichst kontrolliert aufgenommen werden. Bekannte einfache Elemente zur Aufnahme der kinetischen Energie sind Federn bzw. Gummielemente, jedoch muß die gespeicherte Energie woanders abgebaut werden.

15 Aus dem Artikel „Selection of commercial electrorheological devices“, Proceedings of the fourth international conference on electrorheological fluids, 1994, Seiten 643 bis 656, D. A. Brooks, ist schematisch in Abbildung 2 ein passives Kraftelement auf Basis elektrorheologischer Flüssigkeiten dargestellt. Bei diesem bekannten Kraftelement wird die kinetische Energie eines bewegten Objektes über die Kolbenstange mit Kolben auf die elektrorheologische Flüssigkeit übertragen. Das Dämpfungsverhalten bzw. der Energieabbau des Kraftelementes wird durch 25 eine verstellbare Drosselöffnung, durch die die elektrorheologische Flüssigkeit bei einem Stoß strömt, geregelt. Die Verstellung der Drosselöffnung erfolgt durch Anlegen einer veränderlichen Spannung an die Elektroden eines im Squeezemode arbeitenden Ventils auf Basis elektrorheologischer Flüssigkeiten.

30

Elektrorheologische Flüssigkeiten sind Flüssigkeiten, bei denen die rheologischen Eigenschaften über das elektrische Feld steuerbar sind. In der Regel handelt es sich bei elektrorheologischen Flüssigkeiten um Suspensionen, d. h. in einem

Trägermedium suspendierte Festpartikel, die über das elektrische Feld polarisierbar sind. Durch die Verwendung elektrorheologischer Flüssigkeiten ist es möglich geworden, Akto-  
ren ohne bewegte Teile auszuführen bzw. die Anzahl der beweg-  
5 ten Teile erheblich zu verringern.

Energiewandler von elektrorheologischen Flüssigkeitsaktoren besitzen Elektrodenanordnungen, zwischen denen sich die elektrorheologische Flüssigkeit befindet und an welche die elektrische Steuerspannung gelegt wird. Die Wechselwirkung zwischen der Elektrodenanordnung und der elektrorheologischen Flüssigkeit kann abhängig von der Art der Flüssigkeitsdeformation nach drei grundsätzlichen Moden unterschieden werden, dem Shearmode (Elektroden verschieben sich relativ zueinander in parallelen Ebenen), dem Flowmode (Elektroden sind fest angeordnet, die Flüssigkeit strömt zwischen den Elektroden hindurch) und dem Squeezemode (Elektroden verändern ihren Abstand zueinander). Diese Moden können auch in Kombination auftreten. Näheres hierzu ist in dem Buch „Technischer Einsatz neuer Ak-  
10 toren“, Expert-Verlag, Renningen-Malmsheim, 1995, Kapitel 3.2.1 und Bild 3.1.

Bei dem oben beschriebenen bekannten passiven Kraftelement auf Basis elektrorheologischer Flüssigkeiten ergibt sich ein Nach-  
25 teil durch die indirekte Steuerung der Drosselöffnung über das Ventil auf Basis elektrorheologischer Flüssigkeiten. Die Regelung der Dämpfungscharakteristik ist bei diesem Kraftelement daher nur eingeschränkt möglich. Beim Stoßvorgang können unerwünschte Kraftspitzen auf den zu bremsenden Körper wirken.  
30 Weiterhin können Leckverluste des Kraftelementes nicht ausgeglichen werden.

Mit ein Hauptentwicklungsziel der Automobilhersteller ist die Optimierung des Zusammenwirkens von Fahrzeuginsassen und Rück-  
35 haltesystemen. Die gesteigerte Komplexität dieser Systeme wie

z. B. der Airbag-Systeme und adaptive Rückhaltesysteme erfordern den Einsatz von passiven Kraftelementen, bei welchen das Dämpfungsverhalten gezielt und reproduzierbar einstellbar ist. Weiterhin ist z. B. ein Hauptmerkmal die Reduzierung der maximalen Reaktionskräfte/Beschleunigungen auf den Fahrzeuginsassen.

Bei Kraftfahrzeuglenksäulen werden zur Begrenzung der Aufprallkraft eines Fahrzeuginsassen auf dem Lenkrad bzw. dem System Airbag/Lenkrad Kraftelemente eingesetzt. Derartige Kraftelemente absorbieren die kinetische Energie bei einem Stoß beispielsweise durch Verformung oder durch Zerstörung von aus Metall oder Kunststoff bestehenden Bauteilen (Rollblechanordnungen, Reißblasche). Diese Kraftelemente haben den Nachteil, daß sie nach einer Stoßeinwirkung nicht wieder verwendet werden können. Weiterhin besteht ein Nachteil darin, daß sie eine fest vorgegebene Dämpfungscharakteristik (Kraft-Weg-Kennlinie) aufweisen.

Weiterhin ist aus der EP 0 882 636 eine Lenksäule mit integriertem Kraftelement bekannt, welche aus einem äußeren und inneren Bauteil besteht. Bei Einwirkung einer Längskraft verschieben sich die Bauteile gegeneinander, wobei ein in dem äußeren Bauteil enthaltenes Dämpfungsmaterial sich verflüssigt, pulverisiert oder kristallisiert. Bei dieser bekannten Anordnung muß das Dämpfungsmaterial nach einer Stoßeinwirkung ausgetauscht werden, was mit erheblichem Aufwand verbunden ist. Des Weiteren kann nur ein bestimmter Kraftverlauf über den Verschiebweg hergestellt werden.

Aus der DE 197 49 970 A1 ist eine Insassen-Sicherheitsvorrichtung für die Fahrerseite eines Kraftfahrzeuges bekannt, bei der der Lenkspindel, die in einem Mantelrohr geführt ist, ein Energieabsorptionselement in Form einer Kolben-Zylinderanordnung zugeordnet ist. Im Crashfall sorgt die Kolben-

Zylinder-Anordnung der Lenksäule für den Energieabbau eines auf das Lenkrad aufprallenden Insassen. Zur Anpassung des Dämpfungsverhaltens an die Unfallschwere werden in Abhängigkeit von der Masse und der Relativgeschwindigkeit des Insassen 5 eine unterschiedliche Anzahl von Ventilen angesteuert.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Kraftelement derart weiterzubilden, daß eine geregelte Dämpfungscharakteristik eingestellt werden kann und Kraftspitzen vermieden werden. 10

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß der Kolben über ein elastisches Element an das Krafteinleitungselement angekoppelt wird und somit im ersten Moment des Stoßes eine günstige 15 Masse-Feder-Kopplung erreicht wird und damit Kraftspitzen zu Beginn des Stoßes vermieden werden. Im weiteren Verlauf des Stoßes, das heißt nach Ankopplung des Kolbens wird der Kolben bewegt und die elektrorheologische Flüssigkeit wird von der einen Arbeitskammer in die andere Arbeitskammer verdrängt. Da 20 die die Arbeitskammern verbindende Fluidverbindung ein elektrorheologisches Flüssigkeitsventil umfaßt, kann das Dämpfungsverhalten über die Höhe des elektrischen Feldes eingestellt werden. Bei der Verwendung des Kraftelementes in bzw. an der Lenksäule von Kraftfahrzeugen kann in Abhängigkeit von 25 mittels Sensoren gemessener Insassenparameter wie beispielsweise der Sitzposition, der Größe des Insassen, des Gewichtes des Insassen, der Gurtbenutzung (ja oder nein) und/oder der Unfallschwere eine optimale Dämpfungscharakteristik eingestellt werden.

30

Bei neueren Erkenntnissen der Biomechanik oder bei Gesetzesänderungen kann das in Kraftfahrzeugen bereits eingesetzte Kraftelement durch einfache Anpassung der Ansteuerung weiterhin angewendet werden.

35

Durch die Ausbildung eines Gasvolumens in einem zweigeteilten Kolben, der aus einem in einem hohlzylindrischen Unterteil gleitend geführten Deckelteil besteht und wobei in dem Deckelteil des Kolbens die Kolbenstange gleitend gelagert ist, wird

5 zu Beginn des Stoßes nur die geringe Masse der Kolbenstange beschleunigt. Die Federsteifigkeit des Gasvolumens ist anfangs sehr gering und ändert sich im weiteren Verlauf progressiv. Da der Druck dieses Gasvolumens einstellbar ist, können die Koppelbedingungen zwischen Kolbenstange und Kolben undsomit die

10 Dämpfungscharakteristik an das jeweilige Kraftfahrzeug angepaßt werden.

In einer weiteren Ausgestaltung ist vorgesehen, daß die die Arbeitskammern verbindende Fluidverbindung durch zwei konzentrisch angeordnete, das Zylindergehäuse bildende Hülsen ausgebildet ist, und der zwischen den Hülsen gebildete Ringspalt mit ansteuerbaren Elektrodenflächen zur Erzeugung eines elektrischen Feldes versehen ist. Durch diese Ausbildung ist eine direkte Regelung der Dämpfungscharakteristik zu jedem Zeitpunkt des Stoßvorganges möglich.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels, das in der Figur 1 dargestellt ist, näher erläutert.  
Es zeigt:

25

Fig. 1: einen Längsschnitt durch ein passives Kraftelement in einer Grundstellung;

In Fig. 1 ist ein erfindungsgemäßes passives Kraftelement 1

30 auf Basis elektrorheologischer Flüssigkeiten dargestellt. Das Kraftelement 1 besteht aus einer ersten zylindrischen Hülse 2, die von einer zweiten zylindrischen Hülse 3 umgeben ist. Die Hülse 3 ist konzentrisch zu der Hülse 2 angeordnet. Zwischen der inneren Mantelfläche 4, der Hülse 3 und der äußeren Mantelfläche 5 der Hülse 2 verbleibt dabei ein Ringspalt 6, der

sich über die gesamte axiale Baulänge der Hülsen 2, 3 erstreckt. Die Hülsen 2 und 3 sind jeweils endseitig mit einem Bodenteil 7 bzw. einem Deckelteil 8 flüssigkeitsdicht verschlossen. Das Bodenteil 7 sowie das Deckelteil 8 sind aus einem Isolationswerkstoff hergestellt. Bodenteil 7 sowie Deckelteil 8 könnten auch aus Stahl hergestellt und mit einer Isolationsschicht versehen sein. In die erste Hülse 2 sind jeweils endseitig radiale über den Umfang verteilt angeordnete Durchgangsbohrungen 9, 9' eingebracht. Des Weiteren sind axial beabstandet weitere über den Umfang verteilt angeordnete Durchgangsbohrungen 10 eingebracht. Die endseitig eingebrachten Durchgangsbohrungen 9 weisen einen wesentlich größeren Durchmesser auf als die weiteren axial beabstandet angeordneten Durchgangsbohrungen 10. Die Durchgangsbohrungen 10 könnten auch über den Kolbenhub unterschiedliche Durchmesser aufweisen. Vorteilhaftweise werden die Durchgangsbohrungen 10 derart ausgebildet, daß die Durchmesser von oben nach unten kleiner werden.

Die erste Hülse 2 wird über einen in der ersten Hülse gleitend gelagerten Kolben 11 in zwei volumenveränderliche Arbeitskammern A, B unterteilt. Der Kolben 11 ist zweiteilig ausgeführt und besteht aus einem Deckelteil 12 und einem hohlzylindrischen Unterteil 13, das einseitig mit einem Bodenteil 14 verschlossen ist. Das Unterteil 13 ist ebenfalls aus einem Isolationswerkstoff hergestellt bzw. ist mit einer Isolationsschicht versehen. Zwischen Deckelteil 12 und Unterteil 13 wird somit eine weitere Volumenveränderliche Arbeitskammer C gebildet. Hierfür ist das Deckelteil 12 gleitend in dem Unterteil 13 geführt und besteht im wesentlichen aus einem scheibenförmigen Abschnitt 15 mit zylindrischem Ansatz 16. Um ein Herausgleiten des Deckelteils 12 aus dem Unterteil 13 zu verhindern, ist an dem Unterteil 13 an seinem nach oben ragenden Endbereich ein Anschlag in Form eines Sprengrings 17 angeordnet. In dem Deckelteil 12 ist mittig eine Durchgangsbohrung einge-

bracht, in der eine Kolbenstange 18 gleitend gelagert ist. Die Kolbenstange 18 ist weiterhin aus dem Deckelteil 8 abgedichtet nach außen geführt. Die Kolbenstange 18 ist mit einer Durchgangsbohrung 19 versehen. Über die Durchgangsbohrung 19 wird 5 die Arbeitskammer C mit einem Gas gefüllt, wobei der Gasdruck der zu erwartenden Crashcharakteristik angepaßt werden kann.

Arbeitskammer A und Arbeitskammer B stehen über die Durchgangsbohrungen 9, 9', 10 sowie den Ringspalt 6 miteinander in 10 Verbindung. In den Arbeitskammern A, B sowie dem Ringspalt 6 ist eine elektrorheologische Flüssigkeit eingebracht. Zwischen Hülse 2 und Hülse 3 wird ein Ringspaltventil V auf Basis elektrorheologischer Flüssigkeiten gebildet, wobei die Elektrodenflächen einerseits durch die innere Mantelfläche 4 der Hülse 3 15 und andererseits durch die äußere Mantelfläche 5 der Hülse 2 gebildet werden. Die Hülse 2 ist vorzugsweise über eine aus dem Deckelteil 8 geführte elektrische Leitung mit einer steuerbaren Hochspannungsversorgung verbunden. Die Hülse 3, Deckelteil 8, Kolbenstange 18 sind geerdet. Aufgrund des oben beschriebenen Aufbaus steht die Kammer A über das Ringspaltventil V mit der Arbeitskammer B in Verbindung. Die Viskosität 20 der elektrorheologische Flüssigkeit kann im Ringspalt 6 über ein elektrisches Hochspannungssignal gesteuert werden. Hierdurch kann der Druckunterschied zwischen den beiden Zylinderkammern A und B und somit die Dämpfungscharakteristik des 25 Kraftelementes über die Höhe des elektrischen Feldes eingestellt werden.

Die in Fig. 1 gezeigte Stellung des Kolbens 11 mit Kolbenstange 18 in der Hülse 2 zeigt eine Grundeinstellung des Kraftelementes 1, bei der keine Krafteinleitung über ein nicht dargestelltes Krafteinleitungselement, in die Kolbenstange 18 erfolgt. Bei dieser Grundeinstellung fährt die Kolbenstange 18 bis zu einem mechanischen Anschlag 20 aus der Arbeitskammer C 35 des Kolbens 11 heraus. Da die Arbeitskammer C mit Gas gefüllt

ist, wird die in der Arbeitskammer A, B befindliche elektrorheologische Flüssigkeit über die beiden gegeneinander beweglich gelagerten Kolbenteile: Deckelteil 12, Unterteil 13 ebenfalls mit einem Druck beaufschlagt. Da die den Arbeitskammern A bzw. B zugewandten wirksamen Kolbenflächen des Unterteils 13 bzw. des Deckelteils 12 unterschiedlich groß sind, fährt der Kolben 11 bis zum Anschlag, der durch die Stirnseite des zylindrischen Ansatzes 16 gebildet wird, an das Deckelteil 8.

10

Das Kraftelement 1 ist über die Hülse 3 an einem ortsfesten Bauteil befestigt. Relativ zu diesem Bauteil bewegt sich nun ein Körper, dessen Bewegungsenergie definiert vernichtet werden soll. Über ein nicht dargestelltes Krafteinleitungselement wird der Stoß auf die Kolbenstange, die gleitend in dem Deckelteil 8 und dem Deckelteil 12 geführt ist, und in die mit Gas gefüllte Arbeitskammer C des Kolbens 11 eindringt, übertragen. Das elastische Element wird hierbei durch das Gasvolumen gebildet. Zu Beginn des Stoßes wird die geringe Masse der Kolbenstange 18 beschleunigt. Die Federsteifigkeit des Gasvolumens in der Arbeitskammer C ist anfangs sehr gering und ändert sich im weiteren Verlauf progressiv. Im weiteren Verlauf des Stoßes bewegt sich die Kolbenstange 18 in vertikaler Richtung nach unten, wodurch das Gasvolumen der Arbeitskammer C komprimiert wird. Hierdurch erhöht sich der Innendruck in der Arbeitskammer C und eine Gegenkraft gegen die Stoßkraft wird erzeugt. Während die Kolbenstange 18 in die Arbeitskammer C einfährt, das heißt maximal sobald die Kolbenstange 18 auf das Bodenteil 14 auftrifft, bewegt sich der Kolben 11 in vertikaler Richtung nach unten, wobei die elektrorheologische Flüssigkeit in der Arbeitskammer A beschleunigt wird. Bei der Bewegung des Kolbens 11 nach unten kann die elektrorheologische Flüssigkeit teilweise durch die Durchgangsbohrungen 10 in den Ringspalt 6 gedrückt werden, ein Hauptteil der elektrorheologischen Flüssigkeit wird jedoch durch die Durchgangsbohrungen

9 in den Ringspalt 6 gedrückt und strömt durch die gesamte Länge des Ringspaltes in die Arbeitskammer B. Ein Volumenausgleich der in die Arbeitskammer B bei Bewegung des Kolbens 11 einfahrenden Kolbenstange wird durch das bewegliche Deckelteil 5 12 erreicht, das bei der Bewegung des Kolbens 11 nach unten in das Unterteil 13 des Kolbens 11 einfährt. Des Weiteren ist eine nicht dargestellte Steueranordnung vorgesehen, die mit der Hochspannungsquelle in Verbindung steht. Durch entsprechende Ansteuerung des Ringspaltventils, das heißt durch Veränderung 10 des elektrischen Feldes im Ringspalt 6 kann eine gewünschte Dämpfungscharakteristik eingestellt werden.

Anstelle der Verwendung von einer elektrorheologischen Flüssigkeit als Druckmittel kann auch eine magnetorheologische 15 Flüssigkeit eingesetzt werden. Bei der Verwendung von magnetorheologischen Flüssigkeiten werden anstelle der Elektrodenflächen elektrisch ansteuerbare Spulenanordnungen vorgesehen.

Das anhand der Fig. 1 beschriebene Kraftelement kann bei- 20 spielsweise in bzw. an der Lenksäule eines Kraftfahrzeugs eingesetzt werden. Dabei bildet das System Airbag/Lenkrad das bereits beschriebene Krafteinleitungselement und die äußere Hülse 3 wird durch ein Hauptbestandteil der Lenksäule gebildet. Das erfindungsgemäße Kraftelement könnte auch außen an 25 einer bestehenden Lenksäule adaptiert werden. Hierbei könnte es auch vorteilhaft sein, zwei oder drei Kraftelemente an einer Lenksäule zu adaptieren. Bei der Verwendung des Kraftelementes in bzw. an der Lenksäule kann in Abhängigkeit von dem Insassen, das heißt der Sitzposition, der Größe des Insassen, 30 des Gewichtes des Insassen, der Gurtbenutzung (ja oder nein) und/oder der Unfallschwere eine optimale Dämpfungscharakteristik, das heißt Kraft-Weg-Kennlinie eingestellt werden. Hierzu müssen entsprechende Sensoren vorgesehen sein, wobei die Sensorsignale an die Steueranordnung weitergeleitet werden. Die 35 Dämpfungscharakteristik kann auch während des Crashes, das

heißt während des Stoßvorganges hinsichtlich Kraftniveau und Verlauf beeinflußt werden. Das erfundungsgemäße Kraftelement kann weiterhin im Kniestutz bei Kraftfahrzeugen eingesetzt werden. Bei dieser Anwendung wird das Krafteinleitungselement 5 als eine der Kraftfahrzeuginnenraumverkleidung zugeordneten Auftreffplatte ausgebildet. Weiterhin kann das Kraftelement zwischen Fahrzeugstruktur und Stoßfänger angeordnet werden um bei kleineren Kollisionen die Aufprallenergie zu vernichten.

10

15

20

25

30

35

5 Passives Kraftelement auf Basis elektrorheologischer Flüssig-  
keiten

Patentansprüche

10 1. Passives Kraftelement auf Basis elektrorheologischer Flüssigkeiten, bei dem ein in einem Zylindergehäuse geführter Kolben mit Kolbenstange angeordnet ist, wobei die Kolbenstange mit einem Krafteinleitungselement in Verbindung steht und wobei der Kolben in dem Zylinder-  
15 gehäuse zwei volumenveränderliche Arbeitskammern bildet, die mit elektrorheologischen Flüssigkeiten gefüllt sind, und die über eine Fluidverbindung in Verbindung stehen, und wobei die Fluidverbindung eine Ventilanordnung zur Steuerung der Durchflußcharakteristik aufweist, die ein elektrorheologisches Flüssigkeitsventil umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß die Krafteinleitung über ein Krafteinleitungselement erfolgt und der Kolben (11, 12, 13, 14) über ein elastisches Element an das Krafteinleitungselement angekoppelt wird.

20 2. Passives Kraftelement nach Patentanspruch 1, wobei das elastische Element durch ein von dem Krafteinleitungselement beaufschlagbaren Gasvolumen gebildet wird.

25 3. Passives Kraftelement nach Patentanspruch 1, wobei das Gasvolumen in dem Kolben (11, 12, 13, 14) angeordnet ist und der Kolben mindestens eine beweglich gelagerte Begrenzungswand (12) aufweist.

4. Passives Kraftelement nach Patentanspruch 3, wobei der Kolben zweigeteilt ausgeführt ist und aus einem in einem hohlzylindrischen Unterteil (13) gleitend geführten Deckelteil (12) besteht und wobei zwischen Deckelteil und Unterteil eine volumenveränderliche Arbeitskammer C gebildet wird und wobei in dem Deckelteil (12) des Kolbens (11) die Kolbenstange (18) gelagert ist.

5

5. Passives Kraftelement nach Patentanspruch 4, wobei die Kolbenstange (18) mit einer Durchgangsbohrung (19) versehen ist und die Arbeitskammer (C) über die Durchgangsbohrung (19) mit einem Gasdruckspeicher in Verbindung steht.

10

15 6. Passives Kraftelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die die Arbeitskammern A und B verbindende Fluidverbindung durch zwei konzentrisch angeordnete, das Zylindergehäuse bildende Hülsen (2, 3) ausgebildet ist, und der zwischen den Hülsen gebildete Ringspalt (6) mit ansteuerbaren Elektrodenflächen zur Erzeugung eines elektrischen Feldes versehen ist.

20

25 7. Passives Kraftelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die innere Hülse (2) endseitig mit Durchgangsbohrungen (9, 9') und weiterhin mit axial beabstandet angeordneten Durchgangsbohrungen (10) versehen ist.

30

8. Verwendung des passiven Kraftelements nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche in und/oder an der Lenksäule eines Kraftfahrzeuges.

35

9. Verwendung des passiven Kraftelements nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche im Kniestütz bei Kraftfahrzeugen.

10. Verwendung des passiven Kraftelements nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche zwischen Fahrzeugstruktur und Stoßfänger bei Kraftfahrzeugen.

5

10

15

20

25

30

35

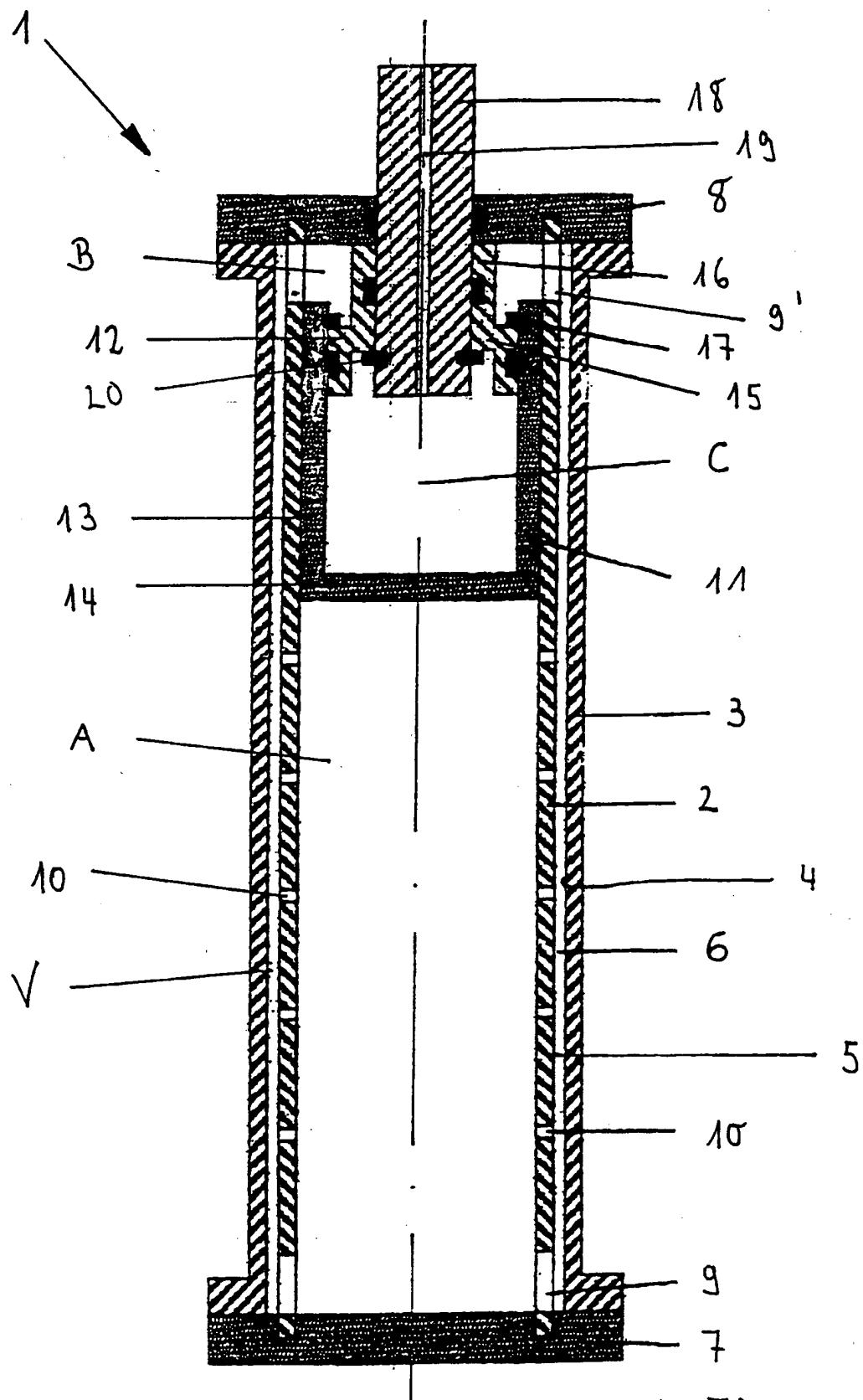


Fig 1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int: International Application No

PCT/EP 01/00230

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 F16F9/53 F16F9/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 F16F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 198 20 570 A (BAYER AG ; SCHENCK AG CARL (DE)) 11 November 1999 (1999-11-11) column 4, line 20-47; claim 1; figure 3A	1
Y	—	6
Y	FR 1 419 551 A (ROLLANT NOËL) 21 February 1966 (1966-02-21) page 1, left-hand column, line 30-40; figure 1	1
Y	CHOI S B ET AL: "Control characteristics of a continuously variable ER damper" MECHATRONICS, GB, PERGAMON PRESS, OXFORD, vol. 8, no. 2, 1 March 1998 (1998-03-01), pages 143-161, XP004122160 ISSN: 0957-4158 page 148; figure 3	1,6
	—/—	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*S\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 May 2001

Date of mailing of the international search report

14/05/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Blondeau, A

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int: tional Application No
PCT/EP 01/00230

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 588 509 A (WEITZENHOF DAVID A ET AL) 31 December 1996 (1996-12-31) column 4, line 20 -column 6, line 45; figures 1-5 —	1,6
A	GB 1 599 565 A (QUIRI & CIE USINES) 7 October 1981 (1981-10-07) page 2, line 24-85; figures 1,2 —	2-4
A	GB 1 278 764 A (MERVYN BARTRAM) 21 June 1972 (1972-06-21) claim 1; figure 1 —	8
A	DE 40 02 448 A (VOLKSWAGENWERK AG) 23 August 1990 (1990-08-23) claims 1,10,11; figure 1 —	9
A	GB 1 381 785 A (FICHTEL & SACHS AG) 29 January 1975 (1975-01-29) claim 1; figure 3 —	10

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 01/00230

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 19820570 A	11-11-1999	WO EP	9958873 A 1076782 A	18-11-1999 21-02-2001
FR 1419551 A	21-02-1966	NONE		
US 5588509 A	31-12-1996	BR CA DE EP JP	9605150 A 2184235 A 69612165 D 0769637 A 9119473 A	01-09-1998 18-04-1997 26-04-2001 23-04-1997 06-05-1997
GB 1599565 A	07-10-1981	FR FR DE BE CA US	2381943 A 2408771 A 2807717 A 871887 A 1094587 A 4241816 A	22-09-1978 08-06-1979 31-08-1978 01-03-1979 27-01-1981 30-12-1980
GB 1278764 A	21-06-1972	ZA	7008423 A	27-10-1971
DE 4002448 A	23-08-1990	NONE		
GB 1381785 A	29-01-1975	DE FR IT US	2124276 A 2137982 A 958860 B 3833248 A	23-11-1972 29-12-1972 30-10-1973 03-09-1974

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/00230

## A. KLASSEFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F16F9/53 F16F9/32

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
IPK 7 F16F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beir. Anspruch Nr.
X	DE 198 20 570 A (BAYER AG ; SCHENCK AG CARL (DE)) 11. November 1999 (1999-11-11) Spalte 4, Zeile 20-47; Anspruch 1; Abbildung 3A	1
Y	FR 1 419 551 A (ROLLANT NOËL) 21. Februar 1966 (1966-02-21) Seite 1, linke Spalte, Zeile 30-40; Abbildung 1	6
Y	CHOI S B ET AL: "Control characteristics of a continuously variable ER damper" MECHATRONICS, GB, PERGAMON PRESS, OXFORD, Bd. 8, Nr. 2, 1. März 1998 (1998-03-01), Seiten 143-161, XP004122160 ISSN: 0957-4158 Seite 148; Abbildung 3	1,6
		-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Rechercherbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

\*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

3. Mai 2001

14/05/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Blondeau, A

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/00230

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>a</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 588 509 A (WEITZENHOF DAVID A ET AL) 31. Dezember 1996 (1996-12-31) Spalte 4, Zeile 20 -Spalte 6, Zeile 45; Abbildungen 1-5 ---	1,6
A	GB 1 599 565 A (QUIRI & CIE USINES) 7. Oktober 1981 (1981-10-07) Seite 2, Zeile 24-85; Abbildungen 1,2 ---	2-4
A	GB 1 278 764 A (MERVYN BARTRAM) 21. Juni 1972 (1972-06-21) Anspruch 1; Abbildung 1 ---	8
A	DE 40 02 448 A (VOLKSWAGENWERK AG) 23. August 1990 (1990-08-23) Ansprüche 1,10,11; Abbildung 1 ---	9
A	GB 1 381 785 A (FICHTEL & SACHS AG) 29. Januar 1975 (1975-01-29) Anspruch 1; Abbildung 3 ---	10

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/00230

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19820570 A	11-11-1999	WO EP	9958873 A 1076782 A	18-11-1999 21-02-2001
FR 1419551 A	21-02-1966		KEINE	
US 5588509 A	31-12-1996	BR CA DE EP JP	9605150 A 2184235 A 69612165 D 0769637 A 9119473 A	01-09-1998 18-04-1997 26-04-2001 23-04-1997 06-05-1997
GB 1599565 A	07-10-1981	FR FR DE BE CA US	2381943 A 2408771 A 2807717 A 871887 A 1094587 A 4241816 A	22-09-1978 08-06-1979 31-08-1978 01-03-1979 27-01-1981 30-12-1980
GB 1278764 A	21-06-1972	ZA	7008423 A	27-10-1971
DE 4002448 A	23-08-1990		KEINE	
GB 1381785 A	29-01-1975	DE FR IT US	2124276 A 2137982 A 958860 B 3833248 A	23-11-1972 29-12-1972 30-10-1973 03-09-1974

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**